



Proyecto de Innovación

Convocatoria 2016/17

Nº de proyecto: 265

Título del proyecto:

Nuestra primera startup: El TFG en el Grado en Ingeniería Química

Nombre del responsable del proyecto: V. Ismael Águeda Maté

Facultad de Ciencias Químicas

Departamento de Ingeniería Química

1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

El objetivo del proyecto de innovación consiste en constituir una empresa de ingeniería que permita diseñar una instalación química para la producción de fertilizantes y que resulte en los Trabajos de Fin de Grado del grupo de estudiantes que la constituyen.

Este objetivo genérico se concreta en los siguientes objetivos específicos:

- Constituir una empresa para diseñar instalaciones de la industria química
- Diseñar una instalación para la producción de fertilizantes
- Diseñar cada una de las secciones en las que se divide la instalación industrial
- Redactar y presentar los TFG
- Desarrollar una página web para dar visibilidad a la empresa
- Aumentar la motivación de los estudiantes mediante la inclusión charlas de profesionales y visitas guiadas a la industria química como metodología docente.

Propuestas de valor del mismo:

- Fomentar el emprendimiento y el autoempleo en los estudiantes. Una de las principales carencias de los planes de estudio es la generación de emprendedores capaces de promover la formación de empresas que desarrollen nuevos productos o nuevas tecnologías de alto valor añadido. En este sentido se plantea, un caso práctico de desarrollo de actividad empresarial. El objetivo de la empresa constituida será diseñar una instalación industrial. Como resultado se redactarán y presentarán los TFG de los estudiantes que participen en la empresa.
- Promover el aprendizaje colaborativo y el trabajo en equipo para la consecución de un objetivo común. El núcleo de la actividad desarrollada por las empresas de ingeniería es el desarrollo de proyectos. Estos proyectos pueden tener mayor o menor entidad en función de su presupuesto económico que repercute directamente en los recursos humanos destinados a la consecución de los objetivos marcados en el mismo. Cada uno de los miembros del equipo tiene unos objetivos individuales que se subordinan a la consecución del objetivo común del proyecto.
- Resolver problemas a partir de modelos reales. Las instalaciones industriales para la producción de fertilizantes llevan muchos años en funcionamiento y su tecnología es conocida. Se plantea utilizar las competencias adquiridas durante el grado en ingeniería química para diseñar una instalación similar con el asesoramiento de profesores y profesionales que trabajan en dichas instalaciones.
- Aplicar los conocimientos adquiridos en la Universidad con los criterios que se emplean en un entorno ajeno a la misma.
- Optimización de la carga docente con el desarrollo de proyectos en los que se engloben los TFG de un grupo de varios estudiantes. Uno o varios profesores pueden asesorar sobre un tema concreto con un desarrollo más eficaz de su dedicación. La propuesta de muchos TFG de temática muy diferenciada implica una mayor dedicación por parte del profesor y de los propios estudiantes.

2. Objetivos alcanzados

De los objetivos inicialmente propuestos, se han alcanzado los siguientes:

- Se ha constituido la empresa de ingeniería de modo simulado. El coste asociado a dar de alta la actividad económica no permite constituir la empresa realmente. Diez estudiantes han solicitado la realización del TFG en el marco del proyecto de innovación. El total de estudiantes matriculados en el TFG es setenta y siete, lo que indica el éxito que ha tenido la convocatoria entre los estudiantes. Para el próximo curso se va a continuar con la misma metodología y han mostrado su interés catorce estudiantes.
- Se ha diseñado una instalación para la producción de fertilizantes. A partir de datos bibliográficos y de información procedente de Fertiberia, se ha procedido al diseño. Destacar el grado de implicación de Fertiberia permitiendo la visita de sus instalaciones y la consulta de dudas sobre el proceso desarrollado.
- Los profesores responsables del proyecto han dividido de modo equitativo la planta de producción de fertilizantes en diferentes secciones. Los integrantes del grupo han seleccionado la sección que deben diseñar en función de su interés, alcanzado un acuerdo entre todos ellos. Por último, se han diseñado todas las secciones de acuerdo con los conocimientos adquiridos en el Grado de Ingeniería Química bajo la tutela de los profesores involucrados en el presente proyecto de innovación.
- Cada estudiante, miembro del grupo, ha procedido a la redacción de su TFG siguiendo las normas generales para la redacción de la memoria (<https://www.ucm.es/diq/trabajo-fin-de-grado>). Las defensas de los TFG tienen lugar los días 12-13 de julio en su convocatoria de junio y los días 26-27 de septiembre en su convocatoria de septiembre. Debido a las diferentes cargas lectivas de los estudiantes involucrados (la normativa permite la matriculación en el TFG a estudiantes que les faltan 12 créditos por cumplir de los 180 créditos requeridos), todos los miembros del grupo no lo van a presentar en la misma convocatoria. Además, presentan una gran influencia las asignaturas en las que se encuentran matriculados. Así, los estudiantes con asignaturas pendientes de cursos anteriores, dado que es un requisito tener todos los créditos aprobados para la presentación y defensa del TFG, se centran en mayor medida en las asignaturas, dedicando menos tiempo al desarrollo del TFG durante el periodo lectivo. Aún así, todos ellos han participado de manera activa y positiva tanto en los seminarios planteados, como las reuniones para el desarrollo del proyecto de innovación. En la convocatoria de Junio van a presentar su TFG cuatro estudiantes y en la de septiembre en función de las calificaciones obtenidas lo harían los otros seis estudiantes. Si alguno de los estudiantes no pudiese presentar su TFG en el curso 2016/17, tendría que hacerlo en las convocatorias de 2017/18.
- Cada uno de los estudiantes ha diseñado a modo de ejemplo una página web con las indicaciones básicas recibidas.
- Se ha observado un elevado grado de implicación de los estudiantes en el desarrollo del proyecto de innovación. Han participado activamente de en las

charlas ofrecidas por profesionales de la industria química. Mostraron un elevado grado de satisfacción en la visita guiada a la planta de Fertiberia.

- El empleo de grupos de trabajo con un objetivo común ha supuesto que la dedicación de los profesores sea menor, ya que un mismo seminario va destinado a varias personas. En otras ocasiones y debido a la diversificación de las propuestas el tiempo invertido para supervisar los TFG se multiplica.

3. Metodología empleada en el proyecto

Se ha empleado la siguiente metodología se realizarán las siguientes actividades que permitirán la consecución de los objetivos:

- Planteamiento del proyecto a desarrollar
- Asesoramiento en la constitución de una empresa
- Información sobre posibles fuentes de financiación públicas y privadas
- Charlas y coloquios con profesionales de la Ingeniería Química
- Desarrollo de páginas web.
- Visita a la planta de fertilizantes de Fertiberia
- Seminarios específicos para el desarrollo del TFG
- Desarrollo del TFG basado en la solución de un problema real

4. Recursos humanos

El equipo docente está constituido por dos catedráticos (Gabriel Ovejero y Ma^a Ángeles Uguina), un profesor titular (José Antonio Delgado) y un profesor contratado doctor (V. Ismael Águeda) como responsable del mismo que forman parte del Grupo de Catálisis y Operaciones de Separación (CyPS)" (ref. 910602). Además, se han incorporado un Técnico Especialista de Aulas Informáticas (Jorge Sánchez) y dos estudiantes de Máster de Ingeniería Química: Ingeniería de Procesos (Daniel Aranda y María Villarroel).

Los profesores integrantes del equipo son responsables de docencia en diversas asignaturas del Grado en Ingeniería Química como Fundamentos de Ingeniería Química, Termodinámica Aplicada y Operaciones de Separación del Grado en Ingeniería Química, así como de Trabajo de Fin de Grado y Máster. Entre los cuatro miembros del equipo docente han dirigido más de cien trabajos dirigidos entre Trabajos Fin de Grado, Proyectos Fin de Carrera y Trabajos Fin de Máster.

Las nuevas directrices publicadas por la comisión académica de la UCM referente a los TFG ha puesto de manifiesto la necesidad de buscar nuevos enfoques que permitan un correcto desarrollo de los TFG evitando una sobrecarga en la actividad docente del profesorado. La amplia experiencia del equipo docente en la dirección de TFG y su apuesta por la innovación docente ha resultado en una propuesta cuyo principal objetivo es la mejora de la calidad del TFG optimizando los recursos docentes de la universidad.

Además se han incluido en el equipo de trabajo un miembro del PAS y dos estudiantes. Jorge Sanchez es Técnico de aulas de informática y dispone de amplios conocimientos en desarrollo y diseño de páginas web. Su aportación en el proyecto sería sobresaliente y permite a los estudiantes desarrollar competencias muy importantes en la era digital. Daniel Aranda y María Villarroel son estudiantes de máster de Ingeniería Química: Ingeniería de Procesos. Su aportación y experiencia como egresados del grado de Ingeniería Química es muy importante. Han realizado prácticas en la empresa RTDI, consultora que se dedica a la redacción de memorias de proyectos para presentarlos a convocatorias públicas nacionales y europeas proponiendo las vías de financiación más adecuadas en cada caso.

La amplia experiencia educativa de los miembros del grupo de más de 40 años en la docencia de diferentes asignaturas de Ingeniería Química, junto con el empleo de nuevas tecnologías y la experiencia de alumnos de máster ofrecen una serie de sinergias que se pretenden aprovechar en este proyecto.

Todos los miembros del grupo han participado activamente en innovación educativa en las diferentes asignaturas de las que son responsables en diferentes procesos de cambios de planes de estudio. Lo que queda de manifiesto en el apartado de experiencia en innovación educativa.

A título personal integrantes de Fertiberia y de Técnicas Reunidas han aportado una valiosísima experiencia que ha sido clave en el éxito de la presente propuesta.

5. Desarrollo de las actividades

Se presentan de modo detallado las actividades desarrolladas.

- 1) Exposición del proyecto a desarrollar: Diseño de una planta de fabricación de fertilizantes. Se realizó una exposición de la temática del TFG y del resto de actividades que se incluirían dentro del proyecto de innovación.
- 2) Selección de candidatos para el desarrollo del mismo. Los estudiantes que mostraron interés a través de correo fueron seleccionados para el desarrollo del proyecto.
- 3) La planta industrial será dividida en un número de unidades igual al número de estudiantes. El de grupo profesores responsables del proyecto han dividido de modo equitativo la planta de producción de fertilizantes en diferentes secciones.
- 4) Constitución de la empresa y reparto de las secciones de la planta industrial. Previo al periodo de matrícula del TFG los integrantes del grupo han seleccionado la sección que deben diseñar en función de su interés, alcanzado un acuerdo entre todos ellos.
- 5) Desarrollo de los TFG con los siguientes apartados:
 - a.- Introducción y objetivos
 - b.- Estudio de viabilidad
 - c.- Memoria técnica
 - d.- Evaluación del impacto ambiental
 - e.- Presupuesto
 - f.- Bibliografía
 - g.- Presentación para su defensa ante tribunal
- 6) Charlas y coloquio con profesionales de la Ingeniería Química. Se ha contactado con antiguos estudiantes de la Universidad Complutense interesados en la propuesta. En este sentido pondrán a disposición del grupo su experiencia personal en empresas de Ingeniería como Técnicas Reunidas.
- 7) Planificación y realización de una visita guiada a la industria química. Una vez seleccionada la temática del proyecto en la producción de fertilizantes se ha seleccionado Fertiberia debido a su proximidad desde Madrid, ya que se encuentra situada en el polo químico de Puertollano (Ciudad Real).
- 8) Desarrollo de páginas web. Hoy en día la principal vía de información y publicidad se desarrolla a través de páginas web. Se plantea introducir en el desarrollo y diseño de páginas web. Los estudiantes deberán programar la página web de su empresa con los objetivos de la misma.
- 9) Fuentes de financiación. Se ha impartido una charla con información necesaria para poder constituir una empresa y desarrollar una actividad empresarial, así como las posibles vías de financiación tanto pública como privada.
- 10) Seminarios y tutorías en grupo para la supervisión de los avances en el TFG.

6. Anexos

Se incluyen los títulos de los TFG y de los estudiantes que los han desarrollado. Una copia informatizada queda archivada en el departamento de Ingeniería Química.

Mario Fernández Gude	Diseño de la unidad de absorción en el proceso de producción de ácido nítrico
Julia Barrio Ruiz de Viñaspre	Diseño de la unidad de absorción y producción de CO ₂ procedente de la corriente de reformado catalítico de gas natural
Álvaro José Vallejos Entrena	Diseño de la unidad de acondicionamiento y desulfuración de gas natural en el proceso de reformado catalítico
Mario Pérez Díez	Diseño de la unidad de descomposición y recuperación en el proceso de producción de urea como fertilizante
Alejandro López García	Diseño de la unidad de purificación de los gases procedentes de un reactor de reformado catalítico de gas natural mediante PSA
Carlos Marín Martínez	Diseño de la unidad de reducción de emisiones de NoX del proceso de producción de ácido nítrico
Héctor André Pérez Feijoo	Diseño de la unidad de reformado catalítico de gas natural en el proceso de producción de amoníaco
Álvaro Lorente	Diseño del reactor de oxidación del amoníaco en el proceso de producción de ácido nítrico
Eduardo Romero Cano	Diseño del reactor de síntesis de amoníaco
Alicia Collada Jiménez	Diseño del reactor de síntesis de urea a partir de amoníaco y CO ₂

El proyecto de innovación ha recibido financiación para el desarrollo del mismo, y se ha invertido principalmente en el alquiler del autobús para realizar la visita a la industria.